

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

1c903 U.S. PTO  
09/886667

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年 6月23日

出願番号  
Application Number:

特願2000-189652

出願人  
Applicant(s):

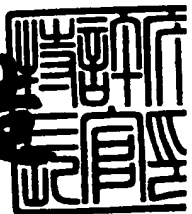
株式会社村田製作所

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 4月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-30321

【書類名】 特許願

【整理番号】 37

【提出日】 平成12年 6月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01P 15/12

【発明者】

    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

    【氏名】 田村 昌弥

【特許出願人】

    【識別番号】 000006231

    【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

    【識別番号】 100093894

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 五十嵐 清

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 000480

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9004888

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 複合センサ素子およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 角速度センサと加速度センサが一体化されて成る複合センサ素子であって、角速度に起因したコリオリ力により振動変位する角速度センサ用の振動体と、加速度印加によって可動変位する加速度センサ用の可動体とが、基台上に配設された同一の変位部形成部材によって、互いに間隔を介して変位可能な状態に形成され、上記変位部形成部材の上方側には上記角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体を間隔を介して覆う蓋部材が設けられており、上記基台と変位部形成部材と蓋部材によって、上記角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体を振動可能な状態で収容封止する空間部が形成されており、この空間部は上記角速度センサ用の振動体を収容封止する角速度センサ用空間部と、該角速度センサ用空間部とは連通していない上記加速度センサ用の可動体を収容封止する加速度センサ用空間部とに区分され、上記角速度センサ用空間部は上記角速度センサ用の振動体が kHz オーダー以上の高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅をもって振動可能な真空状態に封止され、また、上記加速度センサ用空間部は上記加速度センサ用の可動体が 100 Hz 以下の低周波数で振動可能で、かつ、上記角速度センサ用の振動体の振動が上記加速度センサ用の可動体に伝搬しても該加速度センサ用の可動体が kHz オーダー以上の高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅をもって振動することを防止する高周波振動抑制用の気圧状態に封止されるか、あるいは、高周波振動抑制用のダンピング剤が充填されている状態で封止されていることを特徴とした複合センサ素子。

【請求項 2】 基台は、支持層と酸化層と活性層が積層形成されて成る SOI 基板の上記支持層と酸化層により形成され、変位部形成部材は上記 SOI 基板の活性層により形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の複合センサ素子。

【請求項 3】 角速度センサと加速度センサにはそれぞれ設定の定電位に維持される定電位部位を有し、それら角速度センサの定電位部位と加速度センサの定電位部位は導通接続されており、それら角速度センサの定電位部位と加速度セ

ンサの定電位部位を外部の回路に接続するための共通の接続用電極部が設けられていることを特徴とした請求項 1 又は請求項 2 記載の複合センサ素子。

【請求項 4】 請求項 1 又は請求項 2 又は請求項 3 記載の複合センサ素子の製造方法であって、変位部形成部材に角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体を同時に形成する工程と；この工程の後に、真空空間内で、上記角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体の上側に蓋部材を配置し、該蓋部材と、基台上に配設された上記変位部形成部材とを接合させて角速度センサ用の振動体を角速度センサ用空間部に、加速度センサ用の可動体を加速度センサ用空間部にそれぞれ収容すると共に、上記角速度センサ用空間部を上記角速度センサ用の振動体が kHz オーダー以上の高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅でもって振動可能な真空状態で気密封止する工程と；上記加速度センサ用空間部と外部を連通する供給用通路を形成する工程と；上記変位部形成部材の上側に蓋部材が接合された接合体を高周波振動抑制用の気圧状態の空間内に配置して上記加速度センサ用空間部を上記供給用通路を介し上記高周波振動抑制用の気圧状態にした後に、あるいは、上記加速度センサ用空間部に上記供給用通路を介して高周波振動抑制用のダンピング剤を充填した後に、上記供給用通路を塞いで上記加速度センサ用空間部を気密封止する工程と；を含むことを特徴とした複合センサ素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、角速度センサおよび加速度センサを有する複合センサ素子およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

角速度センサと加速度センサが対を成して使用される場合があり、このような場合を考慮して、角速度センサと加速度センサを一体化した複合センサ素子が提案されている。例えば、特開平 10-10148 号公報や特開平 10-239347 号公報には上記複合センサ素子の一例がそれぞれ示されている。これら公開

特許公報に示されている複合センサ素子は、角速度センサと加速度センサが同一基板上に設けられているために、安価に作製することができ、また、小型化が容易であるという効果を得ることができるものである。

## 【 0 0 0 3 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記提案の複合センサ素子では、加速度検出の感度が好ましくないという問題が生じる。それというのは、次に示すような理由に因る。

## 【 0 0 0 4 】

振動型角速度センサは振動体を有し、この振動体がある一定の周波数で駆動振動しているときに角速度が加わるとコリオリ力が発生し、このコリオリ力によって上記振動体の変位する。このコリオリ力による変位量を検知することで角速度を検出する。上記駆動振動の速度が速いほど上記コリオリ力の大きさが大きくなるので、角速度センサの検出感度を良好にするためには、角速度センサの振動体を数 kHz という高周波数、かつ、例えば数  $\mu\text{m}$  というような大きな振幅をもって振動させる必要がある。

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、マイクロマシニング技術で作製した微細な振動体は、空気のダンピングの影響を大きく受ける。そのダンピングは振動体の速度に比例して発生する力なので、大気中では、速度の速い状態、つまり、上記のような高周波数、かつ、大きな振幅を持った状態で上記振動体を振動させようとする、上記ダンピングの影響が非常に大きくなり、そのような高周波数、かつ、大きな振幅を持った状態で上記振動体を振動させることができない。その結果、角速度センサの検出感度を著しく悪化させてしまう。

## 【 0 0 0 6 】

そこで、上記角速度センサの振動体と、加速度センサを構成している可動体との上方側を間隔を介して覆う蓋部材を上記角速度センサと加速度センサが設けられている基板に取り付け、上記蓋部材と基板から成る同一空間内に上記角速度センサの振動体と加速度センサの可動体を共に収容させ、その空間内を上記角速度センサの振動体が高周波数で、かつ、角速度検知に十分な設定以上の振幅でもっ

て振動可能な真空状態（減圧状態）で気密封止することが考えられる。これにより、上記角速度センサの振動体は所望の高周波数、かつ、角速度検知に十分な大きな振幅を持った状態で振動することができることとなる。

## 【 0 0 0 7 】

しかしながら、上記の如く加速度センサの可動体も上記角速度センサの振動体と同じ真空空間内に配置してしまうと、非常に振動し易い状態となってしまう。上記角速度センサの振動体の振動が上記基板を介して加速度センサの可動体に伝搬されると、加速度センサの可動体も上記角速度センサの振動体と同様の高周波数、かつ、大きな振幅を持った状態で振動してしまう。加速度センサの可動体は加速度が印加していない時には静止状態であることが望まれるが、上記の如く、角速度センサの振動体の伝搬振動に起因して加速度センサの可動体が高周波数、かつ、大きな振幅を持った状態で振動してしまうと、その高周波振動がノイズとなり、加速度を感度良く検出することができないという問題が生じる。

## 【 0 0 0 8 】

さらに、上記加速度センサの可動体が上記のように真空空間内に配置されている場合に、加速度センサの可動体の共振周波数成分を持った加速度が印加されると、加速度の大きさに関係なく、上記可動体が共振状態になって振幅が増大してしまうために、加速度を正確に検出できないという問題も発生する。

## 【 0 0 0 9 】

本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、角速度センサと加速度センサの両方の検出感度を共に向上させることができる複合センサ素子およびその製造方法を提供することにある。

## 【 0 0 1 0 】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、この発明は次に示す構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第 1 の発明の複合センサ素子は、角速度センサと加速度センサが一体化されて成る複合センサ素子であって、角速度に起因したコリオリ力により振動変位する角速度センサ用の振動体と、加速度印加によって可動変位する加速度センサ用の可動体とが、基台上に配設された同一の変位部形

成部材によって、互いに間隔を介して変位可能な状態に形成され、上記変位部形成部材の上方側には上記角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体を間隔を介して覆う蓋部材が設けられており、上記基台と変位部形成部材と蓋部材によって、上記角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体を振動可能な状態で收容封止する空間部が形成されており、この空間部は上記角速度センサ用の振動体を收容封止する角速度センサ用空間部と、該角速度センサ用空間部とは連通していない上記加速度センサ用の可動体を收容封止する加速度センサ用空間部とに区分され、上記角速度センサ用空間部は上記角速度センサ用の振動体が  $k$  Hz オーダー以上の高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅でもって振動可能な真空状態に封止され、また、上記加速度センサ用空間部は上記加速度センサ用の可動体が  $100$  Hz 以下の低周波数で振動可能で、かつ、上記角速度センサ用の振動体の振動が上記加速度センサ用の可動体に伝搬しても該加速度センサ用の可動体が  $k$  Hz オーダー以上の高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅でもって振動することを防止する高周波振動抑制用の気圧状態に封止されるか、あるいは、高周波振動抑制用のダンピング剤が充填されている状態で封止されている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

## 【 0 0 1 1 】

第 2 の発明の複合センサ素子は、上記第 1 の発明の構成を備え、基台は、支持層と酸化層と活性層が積層形成されて成る  $SOI$  基板の上記支持層と酸化層により形成され、変位部形成部材は上記  $SOI$  基板の活性層により形成されていることを特徴として構成されている。

## 【 0 0 1 2 】

第 3 の発明の複合センサ素子は、上記第 1 又は第 2 の発明の構成を備え、角速度センサと加速度センサにはそれぞれ設定の定電位に維持される定電位部位を有し、それら角速度センサの定電位部位と加速度センサの定電位部位は導通接続されており、それら角速度センサの定電位部位と加速度センサの定電位部位を外部の回路に接続するための共通の接続用電極部が設けられていることを特徴として構成されている。

## 【 0 0 1 3 】

第 4 の発明の複合センサ素子の製造方法は、上記第 1 又は第 2 又は第 3 の発明を構成する複合センサ素子の製造方法であって、変位部形成部材に角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体を同時に形成する工程と；この工程の後に、真空空間内で、上記角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体の上側に蓋部材を配置し、該蓋部材と、基台上に配設された上記変位部形成部材とを接合させて角速度センサ用の振動体を角速度センサ用空間部に、加速度センサ用の可動体を加速度センサ用空間部にそれぞれ収容すると共に、上記角速度センサ用空間部を上記角速度センサ用の振動体が kHz オーダー以上の高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅でもって振動可能な真空状態で気密封止する工程と；上記加速度センサ用空間部と外部を連通する供給用通路を形成する工程と；上記変位部形成部材の上側に蓋部材が接合された接合体を高周波振動抑制用の気圧状態の空間内に配置して上記加速度センサ用空間部を上記供給用通路を介し上記高周波振動抑制用の気圧状態にした後に、あるいは、上記加速度センサ用空間部に上記供給用通路を介して高周波振動抑制用のダンピング剤を充填した後に、上記供給用通路を塞いで上記加速度センサ用空間部を気密封止する工程と；を含むことを特徴として構成されている。

## 【 0 0 1 4 】

上記構成の発明において、角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体は同一の変位部形成部材に離間形成されているが、上記角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体はそれぞれ異なる空間部に収容封止されている。つまり、上記角速度センサ用の振動体は角速度センサ用空間部（つまり、角速度センサ用の振動体が kHz オーダー以上の高周波数、かつ、角速度検知に必要な大きな振幅でもって振動可能な真空状態の空間部）に収容封止されている。また、加速度センサ用の可動体は加速度センサ用空間部（例えば高周波振動抑制用の大気圧の雰囲気状態で封止されるか、あるいは、高周波振動抑制用のダンピング剤が充填されている状態の空間部）に収容封止されている。

## 【 0 0 1 5 】

角速度センサ用の振動体は上記のような真空雰囲気中に配置されているので、角速度検知に十分な高周波数、かつ、大きな振幅でもって振動することができ、



角速度を感度良く検出することができる。また、加速度センサ用の可動体は、該可動体が高周波数、かつ、大きな振幅でもって振動することができない大気圧の雰囲気中、あるいは、上記ダンピング剤の中に配置されているので、例えば、角速度センサ用の振動体の振動が変位部形成部材を通して加速度センサ側に伝搬されても、上記大気圧の雰囲気あるいはダンピング剤によって、加速度センサ用の可動体が高周波数、かつ、大きな振幅でもって振動することを防止することができる。これにより、高周波振動に起因した加速度センサの感度悪化を回避することができ、加速度検出の感度を向上させることができる。

【0016】

このように、角速度センサと加速度センサの各検出感度を両方共に向上させることが可能な複合センサ素子を提供することが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づいて説明する。

【0018】

図1にはこの発明の複合センサ素子の一実施形態例が平面図により模式的に示され、図2(a)には図1に示すA-A部分の断面図が模式的に示され、また、図2(b)には図1に示すB-B部分の断面図が模式的に示されている。

【0019】

これら図1および図2(a)、(b)に示す複合センサ素子1は角速度センサ2と加速度センサ3が一体的に形成されたものであり、基台であるガラス基板4と、蓋部材であるガラス基板30と、変位部形成部材であるシリコン基板45とを加工して作製されるものである。

【0020】

この実施形態例に示す角速度センサ2は角速度センサ用の振動体である平面振動体5を有し、この平面振動体5は上記シリコン基板45により加工形成されている。ガラス基板4には、図2(a)に示すように、上記平面振動体5に対向する領域に凹部4aが形成されており、この凹部4aによって、上記平面振動体5は浮いた状態と成し、変位可能となっている。

## 【 0 0 2 1 】

上記平面振動体 5 は、図 1 に示すように、駆動梁 6 ( 6 a , 6 b , 6 c , 6 d ) と、外枠 7 と、櫛歯形状の駆動用可動電極部 8 ( 8 a , 8 b , 8 c , 8 d , 8 e , 8 f , 8 g , 8 h ) と、支持部 9 ( 9 a , 9 b ) と、連結梁 1 0 ( 1 0 a , 1 0 b , 1 0 c , 1 0 d ) と、内枠 1 1 と、櫛歯形状の検出用可動電極部 1 2 ( 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d ) とを有して構成されており、この平面振動体 5 は、ガラス基板 4 に固定形成されている固定部 1 3 ( 1 3 a , 1 3 b ) に支持固定されている。

## 【 0 0 2 2 】

図 1 に示すように、上記平面振動体 5 の駆動梁 6 a , 6 b の各一端側は共通に上記固定部 1 3 a に接続され、また、駆動梁 6 c , 6 d の各一端側は共通に上記固定部 1 3 b に接続されており、上記駆動梁 6 a , 6 b , 6 c , 6 d の各他端側は共通に外枠 7 に接続されている。この外枠 7 の図 1 の左右両端縁部には上記櫛歯形状の駆動用可動電極部 8 ( 8 a , 8 b , 8 c , 8 d , 8 e , 8 f , 8 g , 8 h ) が形成されている。

## 【 0 0 2 3 】

上記外枠 7 の図 1 の左右両側を間隔を介して挟み込む形態で固定部 1 4 ( 1 4 a , 1 4 b , 1 4 c , 1 4 d ) がガラス基板 4 に固定形成されており、これら各固定部 1 4 にはそれぞれ上記駆動用可動電極部 8 に間隔を介して噛み合う櫛歯形状の駆動用固定電極部 1 5 ( 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c , 1 5 d , 1 5 e , 1 5 f , 1 5 g , 1 5 h ) が設けられている。

## 【 0 0 2 4 】

また、上記外枠 7 から連結梁 1 0 ( 1 0 a , 1 0 b , 1 0 c , 1 0 d ) が伸長形成され、上記連結梁 1 0 a , 1 0 b の各伸長先端側には支持部 9 a が共通に接続され、また、上記連結梁 1 0 c , 1 0 d の各伸長先端側には支持部 9 b が共通に接続されている。

## 【 0 0 2 5 】

上記各支持部 9 a , 9 b は共に内枠 1 1 に連通接続されている。この内枠 1 1 の内側には上記櫛歯形状の検出用可動電極部 1 2 ( 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1

2 d) が内枠 1 1 に連結して設けられている。また、上記内枠 1 1 の内側には上記各検出用可動電極部 1 2 に互いに間隔を介して噛み合う櫛歯形状の検出用固定電極部 1 6 (1 6 a, 1 6 b, 1 6 c, 1 6 d) がガラス基板 4 に固定形成された固定部 1 7 に設けられている。

## 【 0 0 2 6 】

上記のような角速度センサ 2 では、例えば、上記互いに対向している駆動用固定電極部 1 5 と駆動用可動電極部 8 間に交流の駆動電圧（駆動信号）が印加されると、その駆動電圧に基づいた静電力の大きさの変化によって、固定部 1 3 a, 1 3 b を支点にして平面振動体 5 全体が上記各駆動梁 6 の弾性を利用して図 1 に示す Y 方向に駆動振動する。

## 【 0 0 2 7 】

このように平面振動体 5 全体が Y 方向に駆動している状態で、Z 方向（図 1 では紙面に垂直な方向）を中心軸にして回転すると、上記平面振動体 5 の駆動方向（Y 方向）と回転の中心軸方向（Z 方向）に共に直交する方向、つまり、X 方向にコリオリ力が発生する。この X 方向のコリオリ力によって、上記平面振動体 5 の内枠 7 が上記支持部 9 a, 9 b を支点とし上記各連結梁 1 0 の弾性を利用して上記外枠 7 に対し相対的に X 方向に検出振動する。この内枠 1 1 の振動と同様に、上記検出用可動電極部 1 2 も同様に X 方向に振動する。

## 【 0 0 2 8 】

この X 方向の検出振動に基づいた上記検出用固定電極部 1 6 と検出用可動電極部 1 2 間の静電容量の変化を検出することによって、Z 軸回りの角速度の大きさを検出することができる。

## 【 0 0 2 9 】

前記加速度センサ 3 は角速度センサ用の可動体 2 0 を有しており、この可動体 2 0 は前記角速度センサ 2 の平面振動体 5 が形成されている基板と同一のシリコン基板 4 5 を加工して形成されたものである。図 2 (a) に示すように、上記ガラス基板 4 には上記可動体 2 0 に対向する領域に凹部 4 b が形成されており、この凹部 4 b によって、上記可動体 2 0 は浮いた状態と成し、変位可能となっている。

## 【 0 0 3 0 】

上記可動体 2 0 は、図 1 に示すように、重り部 2 1 と支持梁 2 2 ( 2 2 a, 2 2 b, 2 2 c, 2 2 d ) と櫛歯形状の検出用可動電極部 2 3 ( 2 3 a, 2 3 b ) を有して構成されている。

## 【 0 0 3 1 】

すなわち、上記重り部 2 1 はその両端部が支持梁 2 2 ( 2 2 a, 2 2 b, 2 2 c, 2 2 d ) によって、ガラス基板 4 に固定されている固定部 2 4 ( 2 4 a, 2 4 b, 2 4 c, 2 4 d ) に接続されている。また、上記重り部 2 1 の図の左右端縁部には櫛歯形状の検出用可動電極部 2 3 ( 2 3 a, 2 3 b ) が形成されている。さらに、上記重り部 2 1 の図の左右両側を間隔を介して挟み込む形態で固定部 2 5 ( 2 5 a, 2 5 b ) がガラス基板 4 に固定形成されている。これら各固定部 2 5 にはそれぞれ上記検出用可動電極部 2 3 に間隔を介して噛み合う櫛歯形状の検出用固定電極部 2 6 ( 2 6 a, 2 6 b ) が設けられている。

## 【 0 0 3 2 】

上記のような加速度センサ 3 では、上記可動体 2 0 は図の Y 方向に変位することが可能なものであり、Y 方向の加速度が印加すると、その加速度に起因して上記重り部 2 1 が上記 Y 方向に変位する。この変位によって、上記検出用可動電極部 2 3 と検出用固定電極部 2 6 間の間隔が変化し、この間隔変化を検出用可動電極部 2 3 と検出用固定電極部 2 6 間の静電容量変化として検出することで、加速度の大きさ等を検出することができる。

## 【 0 0 3 3 】

図 1 および図 2 ( a )、( b ) に示すように、上記角速度センサ 2 の平面振動体 5 および加速度センサ 3 の可動体 2 0 を間隔を介して囲むように、前記シリコン基板 4 5 によってシール部 2 8 が設けられ、このシール部 2 8 はガラス基板 4 に陽極接合されている。また、図 2 ( a ) に示すように、上記角速度センサ 2 の平面振動体 5 および加速度センサ 3 の可動体 2 0 の上側にはガラス基板 3 0 が配置されており、該ガラス基板 3 0 は上記シール部 2 8 に陽極接合されている。前記ガラス基板 4 とシリコン基板 4 5 の陽極接合、および、ガラス基板 3 0 とシリコン基板 4 5 の陽極接合によって、上記角速度センサ 2 の平面振動体 5 等や加速

度センサ 3 の可動体 2 0 等が収容される空間部（センサ収容空間部）3 2 が形成されている。

## 【 0 0 3 4 】

上記ガラス基板 3 0 にも前記ガラス基板 4 と同様に、角速度センサ 2 の平面振動体 5 に対向する領域と、加速度センサ 3 の可動体 2 0 に対向する領域とに凹部 3 0 a, 3 0 b がそれぞれ形成されている。このため、上記角速度センサ 2 の平面振動体 5 および加速度センサ 3 の可動体 2 0 は可動可能な状態で上記センサ収容空間部 3 2 内に収容配置されている。

## 【 0 0 3 5 】

この実施形態例において最も特徴的なことは、上記センサ収容空間部 3 2 が角速度センサ用の空間部 3 3 と、加速度センサ用の空間部 3 4 とに区分壁部 3 6 によって区分され、それら角速度センサ用空間部 3 3 と加速度センサ用空間部 3 4 はそれぞれ異なった状態で気密封止されていることである。

## 【 0 0 3 6 】

ところで、上記角速度センサ 2 においては、前記した如く、角速度を感度良く検出するためには、平面振動体 5 を例えば数 kHz 程度の高周波数で、かつ、角速度検知に必要な設定以上の例えば数  $\mu$  m 程度の大きな振幅でもって振動させる必要がある。大気圧雰囲気中では上記平面振動体 5 を上記のような高周波数、かつ、大きな振幅で振動させることができないことから、上記平面振動体 5 を例えば 2 0 0 P a 程度の真空空間内に配置しなければならない。

## 【 0 0 3 7 】

一方、加速度センサ 3 においては、可動体 2 0 は 1 0 0 Hz 以下の低周波数で振動することができればよく、その可動体 2 0 は大気圧の雰囲気中にあってもよいものである。本発明者は、この点に着目した。そして、加速度センサ 3 の可動体 2 0 を大気圧の雰囲気中に配設すれば、角速度センサ 2 の平面振動体 5 側から加速度センサ 3 の可動体 2 0 側へ上記角速度センサ 2 の平面振動体 5 の高周波数の振動が伝搬されても、上記加速度センサ 3 の可動体 2 0 は大気圧（空気のダンピング）によって上記高周波数、かつ、大きな振幅でもって振動することはできないということに本発明者は気付いた。

## 【 0 0 3 8 】

このことから、本発明者は前記したような特有な構成、つまり、前記センサ収容空間部 3 2 を上記角速度センサ用空間部 3 3 と加速度センサ用空間部 3 4 に区分壁部 3 6 によって区分し、角速度センサ 2 の平面振動体 5 を上記角速度センサ用空間部 3 3 に、加速度センサ 3 の可動体 2 0 を加速度センサ用空間部 3 4 にそれぞれ別個独立に収容配置して、上記角速度センサ 2 の平面振動体 5 と加速度センサ 3 の可動体 2 0 をそれぞれ異なる雰囲気中に配置する構成を考え出した。

## 【 0 0 3 9 】

つまり、この実施形態例では、上記角速度センサ用空間部 3 3 は平面振動体 5 を数 kHz 程度の高周波数、かつ、数  $\mu$  m 程度の大きな振幅でもって振動させることが可能な真空状態で気密封止されており、加速度センサ用空間部 3 4 は大気圧の空気雰囲気で気密封止されている。

## 【 0 0 4 0 】

これにより、角速度センサ 2 の平面振動体 5 は、真空状態によって、高周波数、かつ、大きな振幅でもって振動することができ、角速度センサ 2 は感度良く角速度を検出することが可能となる。また、その平面振動体 5 の高周波数の振動が加速度センサ 3 側に伝搬されても、加速度センサ用空間部 3 4 の大気圧によって、上記加速度センサ 3 の可動体 2 0 は高周波数、かつ、大きな振幅でもって振動することはできないので、可動体 2 0 の高周波振動を抑制することができる。このため、前記高周波振動に起因したノイズを削減することができて、加速度検出の感度を高めることができる。

## 【 0 0 4 1 】

なお、上記角速度センサ 2 の平面振動体 5 および加速度センサ 3 の可動体 2 0 は、それぞれ、設定の定電位（例えばグランド電位）に維持される定電位部位と成している。上記平面振動体 5 と可動体 2 0 は、図 1 に示すように、シリコン基板 4 5 により構成される固定部 1 3 と区分壁部 3 6 と固定部 2 4 とシール部 2 8 を介して導通接続されている。

## 【 0 0 4 2 】

例えば、上記ガラス基板 3 0 には表面側から、上記固定部 1 3 と区分壁部 3 6

と固定部 2 4 とシール部 2 8 のうちの何れか 1 つに至るスルーホール（図示せず）が形成されている。このスルーホールの内周面および底面には金属膜が形成されており、該金属膜および上記固定部 1 3 と区分壁部 3 6 と固定部 2 4 とシール部 2 8 を介して上記平面振動体 5 と可動体 2 0 は外部の回路に接続して、つまり、グランドに接地することができる。換言すれば、上記スルーホールの金属膜が接触接続する固定部 1 3 又は区分壁部 3 6 又は固定部 2 4 又はシール部 2 8 は、上記平面振動体 5 と可動体 2 0 を外部の回路に導通接続するための共通の接続用電極部として機能する。

## 【 0 0 4 3 】

また、この実施形態例では、図 2（b）に示すように、ガラス基板 3 0 には表面側から前記角速度センサ 2 の固定部 1 4、1 7、加速度センサ 3 の固定部 2 5 に至るスルーホール 3 8 が形成されており、このスルーホール 3 8 の内周面および底面には金属膜 4 0 が形成されている。該金属膜 4 0 と上記各固定部 1 4、1 7、2 5 を介して角速度センサ 2 の駆動用固定電極部 1 5、検出用固定電極部 1 6、加速度センサ 3 の検出用固定電極部 2 6 は外部の回路に導通接続可能となっている。これにより、上記センサ収容空間部 3 2 内に設けられている駆動用固定電極部 1 5 に外部の駆動用回路（図示せず）から平面振動体 5 を駆動振動させるための電圧を印加したり、検出用固定電極部 1 6 と検出用可動電極部 1 2 間の静電容量に応じた電圧を外部の信号処理回路（図示せず）に出力したり、検出用固定電極部 2 6 と検出用可動電極部 2 3 間の静電容量に応じた電圧を外部の信号処理回路（図示せず）に出力することができる。

## 【 0 0 4 4 】

さらに、この実施形態例では、図 2（b）に示すように、ガラス基板 3 0 には固定部 2 5 との間に隙間を形成するための溝 4 1 が形成されており、この溝部 4 1 と、この溝部 4 1 に連通する前記スルーホール 3 8 A とによって、前記加速度センサ用空間部 3 4 と外部を連通接続する供給用通路 4 2 が構成されている。この供給用通路 4 2 のスルーホール 3 8 A には封止用部材（例えば樹脂や半田）4 3 が形成されて該供給用通路 4 2 が塞がれており、これにより、上記加速度センサ用空間部 3 4 は気密封止されている。

## 【 0 0 4 5 】

以下に、本発明に係る複合センサ素子の製造方法の一実施形態例を上記図 1、図 2 に示される複合センサ素子 1 を例にして図 3 に基づき説明する。なお、図 3 では、前記図 1 に示す A - A 部分と、B - B 部分に対応する部分の断面が示されている。

## 【 0 0 4 6 】

例えば、まず、図 3 ( a ) に示すように、基台であるガラス基板 4 を加工して前記角速度センサ 2 の平面振動体 5 に対向するガラス基板領域と、加速度センサ 3 の可動体 2 0 に対向するガラス基板領域とに凹部 4 a , 4 b を例えばエッチング技術等によって形成する。そして、図 3 ( b ) に示すように、その凹部 4 a , 4 b が形成されたガラス基板 4 の上側に変位部形成部材であるシリコン基板 4 5 を陽極接合する。

## 【 0 0 4 7 】

次に、図 3 ( c ) に示すように、フォトリソグラフィやエッチング等の技術を用いて、上記シリコン基板 4 5 を図 1 に示すようなパターン形状に加工する。これにより、角速度センサ 2 の平面振動体 5 と加速度センサ 3 の可動体 2 0 は同時にガラス基板 4 に対して浮いた状態（つまり、ガラス基板と間隔を介して可動可能な状態）に形成される。

## 【 0 0 4 8 】

然る後に、前記平面振動体 5 が高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅（例えば、数  $\mu$  m 程度の振幅）で振動することが可能な真空度の真空空間内で、図 3 ( d ) に示すように、上記平面振動体 5 および可動体 2 0 が形成されたシリコン基板 4 5 の上側に蓋部材であるガラス基板 3 0 を陽極接合する。このガラス基板 3 0 には、上記陽極接合の前に、上記平面振動体 5 に対向する領域と可動体 2 0 に対向する領域とにそれぞれ凹部 3 0 a , 3 0 b が予め前記ガラス基板 4 の凹部 4 a , 4 b の形成手法と同様の手法により形成されている。このため、上記のように、ガラス基板 3 0 を上記シリコン基板 4 5 の上側に陽極接合することによって、前記平面振動体 5 を振動可能に収容した角速度センサ用空間部 3 3 と、上記可動体 2 0 を振動可能に収容した加速度センサ用空間部 3 4 とが形成される。また



、それと同時に、上記平面振動体 5 を収容した角速度センサ用空間部 3 3 が上記真空状態に気密封止される。

【0049】

さらに、上記陽極接合の前に、上記ガラス基板 3 0 には前記スルーホール 3 8 や溝部 4 1 が予め形成されており、上記ガラス基板 3 0 とシリコン基板 4 5 の陽極接合時に、スルーホール 3 8 A と上記溝 4 1 によって供給用通路 4 2 が形成される。

【0050】

その後に、図 3 (e) に示すように、上記スルーホール 3 8 の内周面および底面にスパッタリング等の成膜形成技術を利用して金属膜 4 0 を形成する。

【0051】

そして、然る後に、上記ガラス基板 4, 3 0 とシリコン基板 4 5 の接合体を上記真空空間から大気中に取り出す。これにより、上記供給用通路 4 2 から上記加速度センサ用空間部 3 4 に空気が入り込み、該加速度センサ用空間部 3 4 は大気圧と成す。このように、加速度センサ用空間部 3 4 が大気圧と成した以降に、上記スルーホール 3 8 A を例えば樹脂や半田等の封止用部材 4 3 によって封止する。これにより、供給用通路 4 2 が塞がって上記加速度センサ用空間部 3 4 は大気圧（つまり、可動体 2 0 が 1 0 0 Hz 以下の低周波数で振動可能で、かつ、平面振動体 5 の振動が上記可動体 2 0 に伝搬しても該可動体 2 0 が高周波数、かつ、大きな振幅をもって振動することを防止できる気圧状態）に気密封止される。

【0052】

なお、この実施形態例では、前記封止用部材 4 3 は溶融状態で粘性が大きいものを使用しており、かつ、前記供給用通路 4 2 の溝 4 1 部分はその通路断面積が非常に狭くなっている。このため、上記スルーホール 3 8 A を封止するために上記スルーホール 3 8 A 内の封止用部材 4 3 を溶融した際（あるいは、溶融状態の封止用部材 4 3 を上記スルーホール 3 8 A 内に配置させた際）に、その溶融状態の封止用部材 4 3 が上記溝 4 1 を通って上記加速度センサ用空間部 3 4 に入り込む事態発生を回避している。

【0053】

以上のようにして、この実施形態例に示す複合センサ素子 1 を製造することができる。

## 【 0 0 5 4 】

この実施形態例によれば、角速度センサ 2 の平面振動体 5 が收容配置されている角速度センサ用空間部 3 3 は上記平面振動体 5 が高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅でもって振動することができる真空状態で気密封止されている。また、加速度センサ 3 の可動体 2 0 が收容配置されている加速度センサ用空間部 3 4 は大気圧状態で気密封止されている。このような構成のため、上記平面振動体 5 は高周波数、かつ、大きな振幅でもって振動することができ、角速度を感度良く検出することが可能である上に、その平面振動体 5 の高周波数の振動が加速度センサ 3 側に伝搬しても、加速度センサ 3 の可動体 2 0 は、大気圧によって、上記のような高周波数、かつ、大きな振幅でもって振動することはできず、高周波振動に起因したノイズを抑制することができて、感度良く加速度を検出することができる。

## 【 0 0 5 5 】

また、この実施形態例では、定電位部位である平面振動体 5 と可動体 2 0 を外部の回路に接続するための共通の接続用電極部を設けたので、平面振動体 5 用の接続用電極部と、可動体 2 0 用の接続用電極部とをそれぞれ別個に設ける場合に比べて、複合センサ素子 1 の小型化を図ることができるし、複合センサ素子 1 と外部の回路とを導通接続させるための配線作業の手間を軽減することができる。

## 【 0 0 5 6 】

さらに、この実施形態例では、複合センサ素子 1 の製造工程において、同一のシリコン基板 4 5 を利用して上記角速度センサ 2 の平面振動体 5 と加速度センサ 3 の可動体 2 0 を同時に形成するので、角速度センサ 2 の平面振動体 5 と加速度センサ 3 の可動体 2 0 を組み合わせる工程が不要であり、製造工程の簡略化を図ることが可能となり、かつ、角速度センサ 2 と加速度センサ 3 の検出軸ずれを防止することができる。

## 【 0 0 5 7 】

なお、この発明は上記実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形

態を採り得る。例えば、上記実施形態例では、加速度センサ用空間部 3 4 は大気圧の雰囲気気で気密封止されていたが、例えば、加速度センサ 3 の可動体 2 0 が 1 0 0 Hz 以下の低周波数で振動することができ、かつ、角速度センサ 2 の平面振動体 5 の振動が伝搬されても上記可動体 2 0 が高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅でもって振動するのを抑制することができる気圧状態であればよく、大気圧に限定されるものではない。また、上記実施形態例では、加速度センサ用空間部 3 4 は空気による大気圧状態で気密封止されていたが、例えば、空気に代えて、不活性ガスの雰囲気気で気密封止してもよい。

【 0 0 5 8 】

さらに、大気圧の雰囲気に代えて、例えば、シリコンオイル等のダンピング剤を加速度センサ用空間部 3 4 に充填して気密封止してもよい。

【 0 0 5 9 】

さらに、上記実施形態例では、基台としてガラス基板 4 を用いたが、ガラス基板 4 に代えて、シリコン基板等の他の材料の基板を基台として用いてもよい。さらに、上記実施形態例では、蓋部材としてガラス基板 3 0 を利用したが、シリコン等の他の材料の部材を蓋部材として利用してもよい。

【 0 0 6 0 】

さらに、上記実施形態例では、角速度センサ 2 の平面振動体 5 と、加速度センサ 3 の可動体 2 0 とはグランド電位に維持されていたが、それら平面振動体 5 と可動体 2 0 は設定の定電位に維持されていればよく、グランド電位以外の定電位に維持されていてもよい。

【 0 0 6 1 】

さらに、上記実施形態例では、ガラス基板 3 0 に形成されたスルーホール 3 8 A はその内周面と底面に形成された金属膜 4 0 によって外部と固定部 2 5 を導通接続させるための機能と、前記供給用通路 4 2 を構成する機能とを兼用するものであったが、上記固定部 2 5 を外部に導通接続させるためのスルーホールと、上記供給用通路 4 2 を構成するためのスルーホールとを別個に設けてもよい。上記供給用通路 4 2 を構成する専用のスルーホールを設ける場合に、そのスルーホールを樹脂の封止用部材によって塞ぐ場合には、スルーホールの内周面に金属膜を

形成しなくともよい。なお、半田の封止用部材を用いる場合には、下地膜として金属膜をスルーホールの内周面に形成する。

## 【 0 0 6 2 】

さらに、上記実施形態例では、真空室内で、上記基台であるガラス基板 4 の上側に接合されたシリコン基板（変位部形成部材） 4 5 と、蓋部材であるガラス基板 3 0 とを陽極接合することによって、角速度センサ用空間部 3 3 を真空状態に気密封止する構成であったが、例えば、応用例として、上記角速度センサ用空間部 3 3 と外部を連通するガス抜き通路を形成し、前記陽極接合した後に、そのガス抜き通路を介して角速度センサ用空間部 3 3 を真空排気し、角速度センサ用空間部 3 3 が所望の真空状態となった以降に、上記ガス抜き通路を塞いで角速度センサ用空間部 3 3 を真空状態に気密封止してもよい。

## 【 0 0 6 3 】

さらに、上記実施形態例では、角速度センサ 2 の平面振動体 5 と、加速度センサ 3 の可動体 2 0 との下方側にそれぞれ対向するガラス基板領域に凹部 4 a, 4 b を形成することで、上記平面振動体 5 と可動体 2 0 をガラス基板 4 に対して浮いた状態に形成していたが、例えば、図 4（a）、（e）に示すように、上記平面振動体 5 を形成するシリコン基板領域 4 5 a と可動体 2 0 を形成するシリコン基板領域 4 5 b を他の部位よりも薄く形成することで、ガラス基板 4 に対して浮いた状態としてもよい。

## 【 0 0 6 4 】

図 4（e）に示すような複合センサ素子 1 は次に示すように作製することができる。なお、以下に説明する複合センサ素子 1 の製造工程において、その複合センサ素子 1 の角速度センサ 2 は図 1 と同様のパターン形状を持つ平面振動体 5 を有し、かつ、加速度センサ 3 は図 1 と同様のパターン形状を持つ可動体 2 0 を有している。また、図 4 では、図 1 に示す A - A 部分と、B - B 部分に対応する部分の断面が示されている。

## 【 0 0 6 5 】

例えば、図 4（a）に示すように、変位部形成部材であるシリコン基板 4 5 の上記平面振動体 5 を形成する領域 4 5 a と、上記可動体 2 0 を形成する領域 4 5

bとを表裏両面側から例えばエッチング技術等を利用して薄くする。そして、図4（b）に示すように、その加工されたシリコン基板45の下方側に基台であるガラス基板4を陽極接合する。

## 【0066】

次に、図4（c）に示すように、フォトリソグラフィーやエッチング等の技術を利用して上記シリコン基板45における前記肉薄の領域45a，45bを加工して図1に示すようなパターン形状に加工する。これにより、上記ガラス基板4に対して浮いた状態の前記角速度センサ2の平面振動体5および加速度センサ3の可動体20が形作られる。

## 【0067】

そして、図4（d）に示すように、その平面振動体5や可動体20が形成されたシリコン基板45の上方側に蓋部材であるガラス基板30を陽極接合する。このガラス基板30には、上記陽極接合の前に、予め、供給用通路42を形成するための溝部41や、スルーホール38が形成されている。上記実施形態例と同様に、上記ガラス基板30をシリコン基板45上に陽極接合することによって、角速度センサ用空間部33と加速度センサ用空間部34が形成されると同時に、その角速度センサ用空間部33に角速度センサ2の平面振動体5が振動可能な状態で収容封止され、かつ、上記加速度センサ用空間部34に加速度センサ3の可動体20が変位可能な状態で収容される。

## 【0068】

なお、この陽極接合の際には、上記実施形態例と同様に、上記平面振動体5が高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅で振動することが可能な真空度の真空室内で、上記ガラス基板30とシリコン基板45の陽極接合が行われ、これにより、上記角速度センサ用空間部33は、上記実施形態例と同様に、平面振動体5が高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅で振動することが可能な真空状態に気密封止される。

## 【0069】

上記のように、ガラス基板30とシリコン基板45の陽極接合が成された以降には、上記実施形態例と同様に、スルーホール38に金属膜40を形成し、また

、上記ガラス基板 4 とシリコン基板 4 5 とガラス基板 3 0 の接合体を大気圧中に配置して上記加速度センサ用空間部 3 4 を上記供給用通路 4 2 を介して大気圧状態にする。その後に、上記封止用部材 4 3 で供給用通路 4 2 を塞いで、上記加速度センサ用空間部 3 4 を大気圧状態に気密封止する。

## 【 0 0 7 0 】

上記のようにして、図 4 (e) に示すような複合センサ素子 1 を製造することができる。

## 【 0 0 7 1 】

さらに、上記実施形態例では、基台としてガラス基板 4 を利用し、かつ、変位部形成部材としてシリコン基板 4 5 を利用していたが、例えば、図 5 (a) に示すような支持層 (シリコン層) 4 7 と酸化層 (酸化シリコン層) 4 8 と活性層 (シリコン層) 4 9 が積層形成されて成る S O I (Silicon On Insulator) 基板 5 0 を用いて、例えば、上記 S O I 基板 5 0 の支持層 4 7 と酸化層 4 8 を基台として、上記活性層 4 9 を変位部形成部材として利用してもよい。

## 【 0 0 7 2 】

このような S O I 基板 5 0 を利用した複合センサ素子 1 は次に示すように作製することができる。なお、上記 S O I 基板 5 0 を利用した複合センサ素子 1 の製造工程の説明において、その複合センサ素子 1 の角速度センサ 2 は図 1 と同様のパターン形状を持つ平面振動体 5 を有し、かつ、加速度センサ 3 は図 1 と同様のパターン形状を持つ可動体 2 0 を有しているとし、図 5 では、図 1 に示す A - A 部分と B - B 部分に対応する部分の断面が示されている。

## 【 0 0 7 3 】

例えば、まず、図 5 (a) に示すように、S O I 基板 5 0 を用意し、次に、図 5 (b) に示すように、その S O I 基板 5 0 の活性層 4 9 をエッチング等の技術を利用して、図 1 に示すようなパターン形状に加工する。これにより、角速度センサ 2 の平面振動体 5 と加速度センサ 3 の可動体 2 0 が形作られる。

## 【 0 0 7 4 】

その後、図 5 (c) に示すように、上記平面振動体 5 と可動体 2 0 の下方側となる部位の酸化層 4 8 を犠牲層エッチング等によって部分的に除去する。これに

より、上記平面振動体 5 と可動体 2 0 は支持層 4 7（基台）に対して浮いた状態となる。

## 【 0 0 7 5 】

然る後に、図 5（d）に示すように、上記平面振動体 5 や可動体 2 0 が形成された活性層 4 9 の上側に蓋部材であるガラス基板 3 0 を陽極接合する。このガラス基板 3 0 には、上記実施形態例と同様に、陽極接合の前に予め、上記平面振動体 5 に対向する領域と、可動体 2 0 に対向する領域とにそれぞれ凹部 3 0 a，3 0 b が形成され、また、スルーホール 3 8 や溝部 4 1 が形成されている。上記凹部 3 0 a，3 0 b があるために、上記実施形態例と同様に、上記活性層 4 9 とガラス基板 3 0 の陽極接合を行うことによって、角速度センサ用空間部 3 3 と加速度センサ用空間部 3 4 が形成されると同時に、その角速度センサ用空間部 3 3、上記加速度センサ用空間部 3 4 にそれぞれ角速度センサ 2 の平面振動体 5、加速度センサ 3 の可動体 2 0 が変位可能な状態で収容される。

## 【 0 0 7 6 】

この陽極接合の際にも、上記実施形態例と同様に、上記平面振動体 5 が高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅で振動することが可能な真空度の真空室内で、上記ガラス基板 3 0 と活性層 4 9 の陽極接合が行われ、これにより、上記角速度センサ用空間部 3 3 は、平面振動体 5 が高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅で振動することが可能な真空状態に気密封止される。

## 【 0 0 7 7 】

そして、上記陽極接合の後には、上記実施形態例と同様に、スルーホール 3 8 に金属膜 4 0 を形成し、また、上記 S O I 基板 5 0 とガラス基板 3 0 の接合体を大気圧中に配置して上記加速度センサ用空間部 3 4 を上記供給用通路 4 2 を介して大気圧状態にする。その後に、図 5（e）に示すように、上記封止用部材 4 3 で供給用通路 4 2 を塞いで、上記加速度センサ用空間部 3 4 を大気圧状態に気密封止する。以上のようにして、S O I 基板 5 0 を利用した複合センサ素子 1 を製造することができる。

## 【 0 0 7 8 】

さらに、上記実施形態例では、角速度センサ 2 の平面振動体 5 や、加速度セン

サ用の可動体 20 は、図 1 に示すような形状と成していたが、上記角速度センサ用の振動体、加速度センサ用の可動体の各形状は、図 1 に示す形態に限定されるものではなく、様々な形態を採り得る。

【0079】

【発明の効果】

この発明の複合センサ素子によれば、基台上に配設された同一の変位部形成部材によって角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体を形成するが、上記角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体とをそれぞれ異なる空間部に収容配置する構成とし、上記角速度センサ用の振動体が kHz オーダー以上の高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅でもって振動することが可能な真空状態内に上記角速度センサ用の振動体を配置すると共に、加速度センサ用の可動体を高周波振動抑制用（つまり、上記加速度センサ用の可動体が 100 Hz 以下の低周波数で振動することができ、かつ、角速度センサ用の振動体の振動が上記加速度センサ用の可動体に伝搬しても該可動体が高周波数、かつ、設定以上の大きな振幅でもって振動することを防止するため用）の気圧状態、あるいは、高周波振動抑制用のダンピング剤が充填されている状態内に配置する。

【0080】

これにより、角速度センサ用の振動体は上記真空状態によって良好に高周波数で振動することができ、感度良く角速度を検出することができる。また、その角速度センサ用の振動体の高周波数の振動が加速度センサ側に伝搬されても、高周波振動抑制用の気圧状態あるいはダンピング剤によって、加速度センサ用の可動体が高周波数、かつ、大きな振幅でもって振動することを抑制することができるので、加速度センサ用の可動体の高周波数振動に起因した感度悪化問題を防止することができ、加速度に関しても感度良く検出することができる。このように、角速度の検出感度と加速度の検出感度が共に優れた複合センサ素子を提供することが可能となる。

【0081】

また、加速度センサの可動体は、高周波振動抑制用の気圧状態、あるいは、高周波振動抑制用のダンピング剤中に配置されているので、該可動体の共振周波数



成分を持つ加速度が印加されたときに、当該可動体が共振状態となることを回避することができ、この可動体は上記印加された加速度の大きさに応じて可動することができる。これにより、可動体の共振周波数成分を持つ加速度に関しても、正確に検出することができることとなり、加速度検知の信頼性を向上させることができる。

## 【 0 0 8 2 】

基台が、S O I 基板の支持層と酸化層により構成され、変位部形成部材は S O I 基板の活性層により形成されているものにあつては、予め基台と変位部形成部材とが接合されている状態と成しているので、複合センサ素子の製造工程中に、基台と変位部形成部材とを接合するという工程を設けなくて済み、製造工程の簡略化を図ることができる。

## 【 0 0 8 3 】

角速度センサの定電位部位と加速度センサの定電位部位とに共通の接続用電極部が設けられているものにあつては、角速度センサの定電位部位に専用の接続用電極部と加速度センサの定電位部位に専用の接続用電極部とを別個に設ける場合に比べて、複合センサ素子の小型化を図ることができる。

## 【 0 0 8 4 】

この発明の複合センサ素子の製造方法によれば、角速度センサ用の振動体と加速度センサ用の可動体とを同時に形成するので、製造工程の簡略化を図ることができ、また、角速度センサと加速度センサの検出軸ずれを防止することができる。さらに、この発明における製造方法を用いることによって、角速度センサ用空間部と加速度センサ用空間部とをそれぞれ異なる状態で気密封止することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明に係る複合センサ素子の一実施形態例を模式的に示す平面図である。

## 【図 2】

図 1 に示す複合センサ素子の A - A 部分、B - B 部分の断面図を模式的に示す説明図である。

【図 3】

図 1 に示す複合センサ素子の製造方法の一実施形態例を示す説明図である。

【図 4】

複合センサ素子のその他の実施形態例およびその製造方法の一例を示す説明図である。

【図 5】

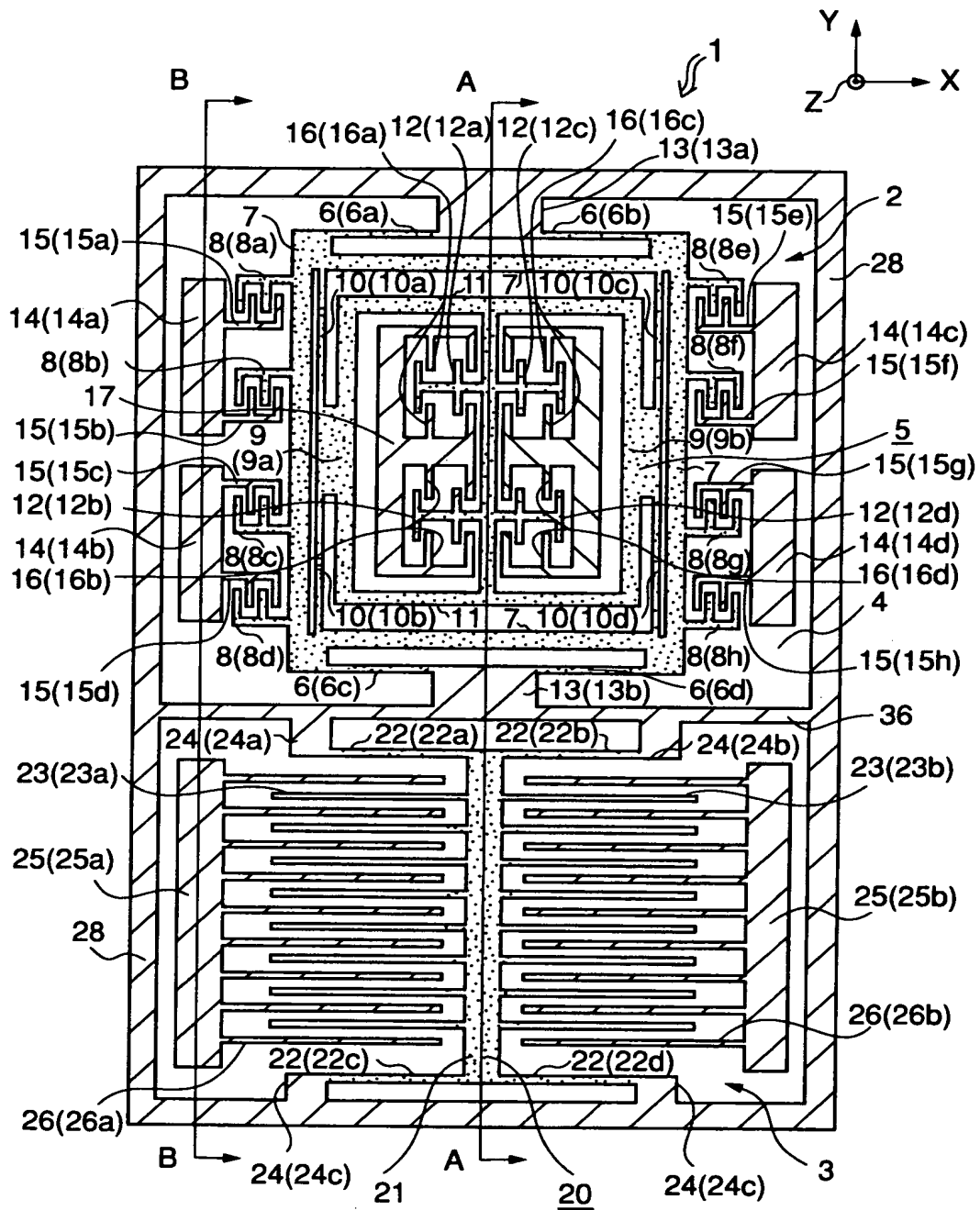
さらに、複合センサ素子のその他の実施形態例およびその製造方法の一例を示す説明図である。

【符号の説明】

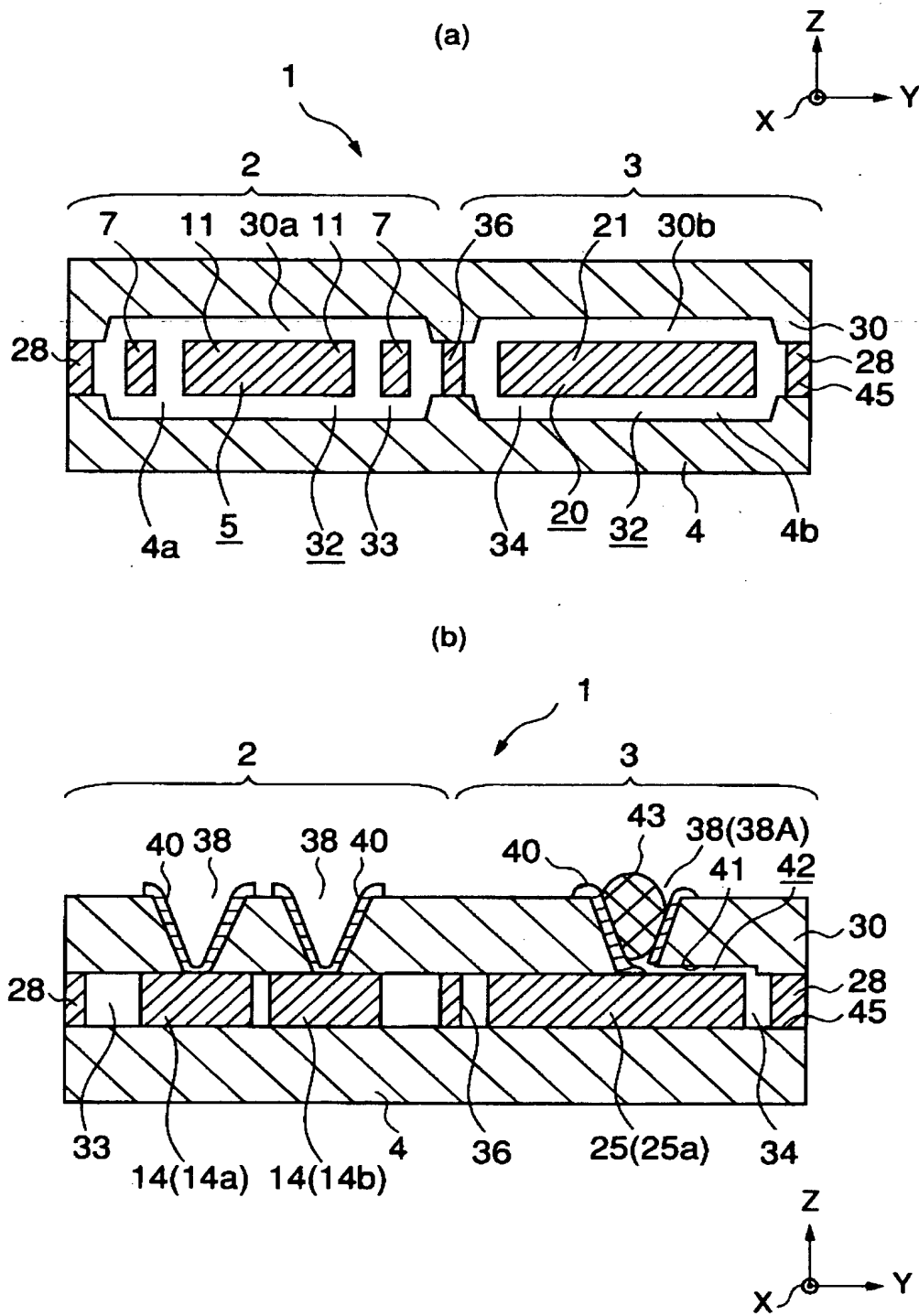
- 1 複合センサ素子
- 2 角速度センサ
- 3 加速度センサ
- 4, 3 0 ガラス基板
- 5 平面振動体
- 2 0 可動体
- 3 2 センサ収容空間部
- 3 3 角速度センサ用空間部
- 3 4 加速度センサ用空間部
- 3 6 区分壁部
- 3 8 スルーホール
- 4 2 供給用通路
- 4 3 封止用部材
- 5 0 S O I 基板

【書類名】 図面

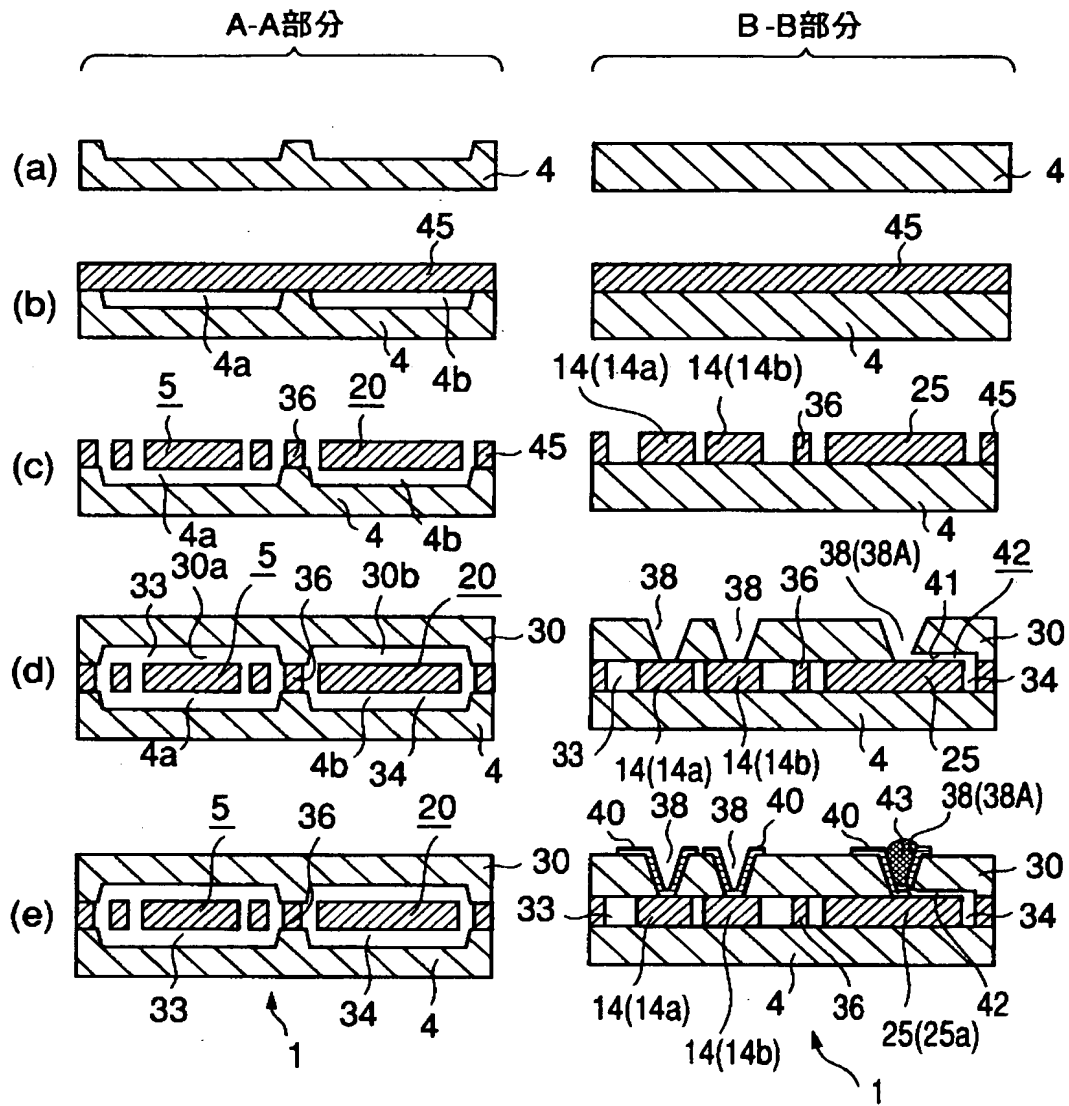
【図 1】



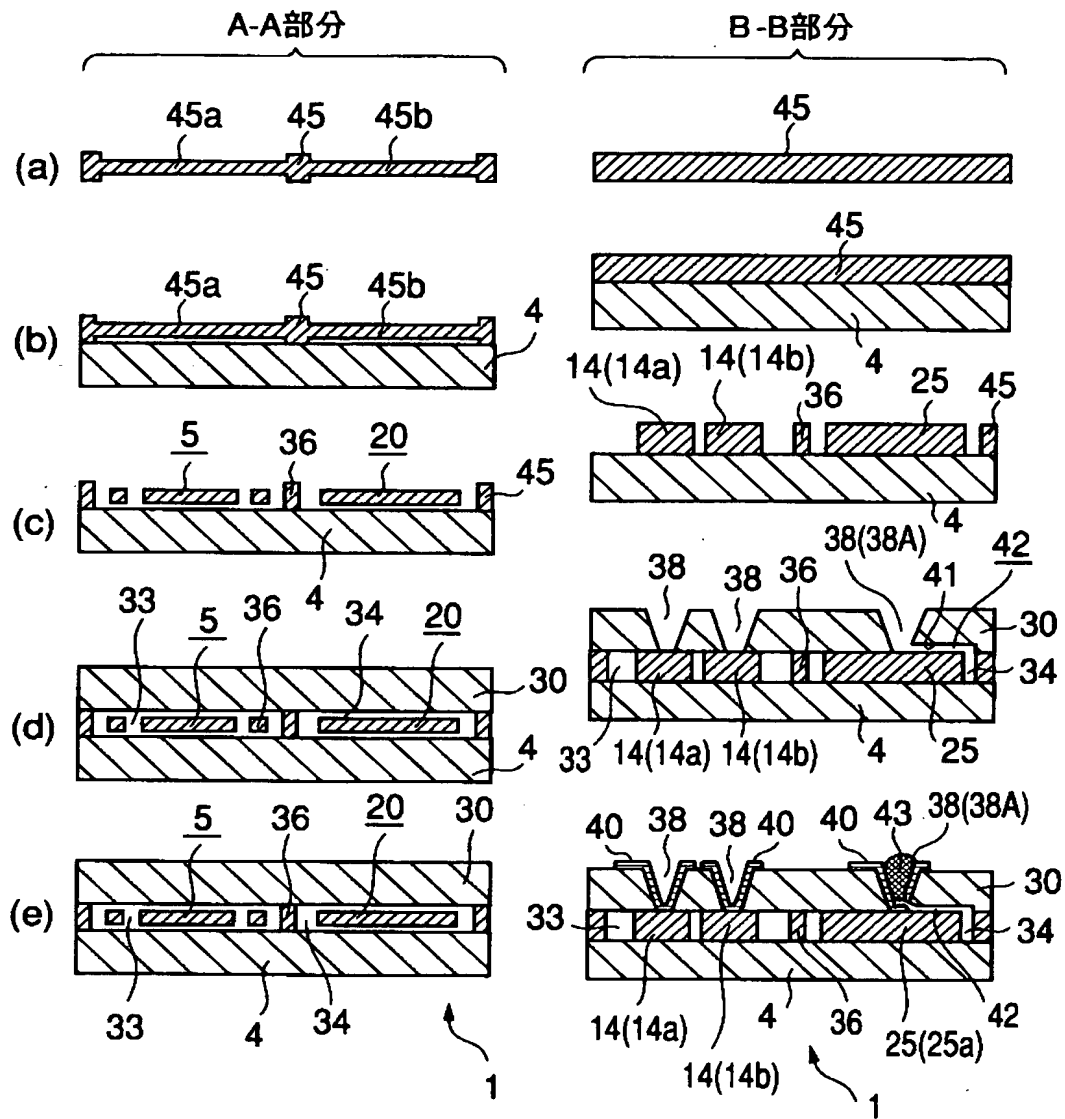
【図 2】



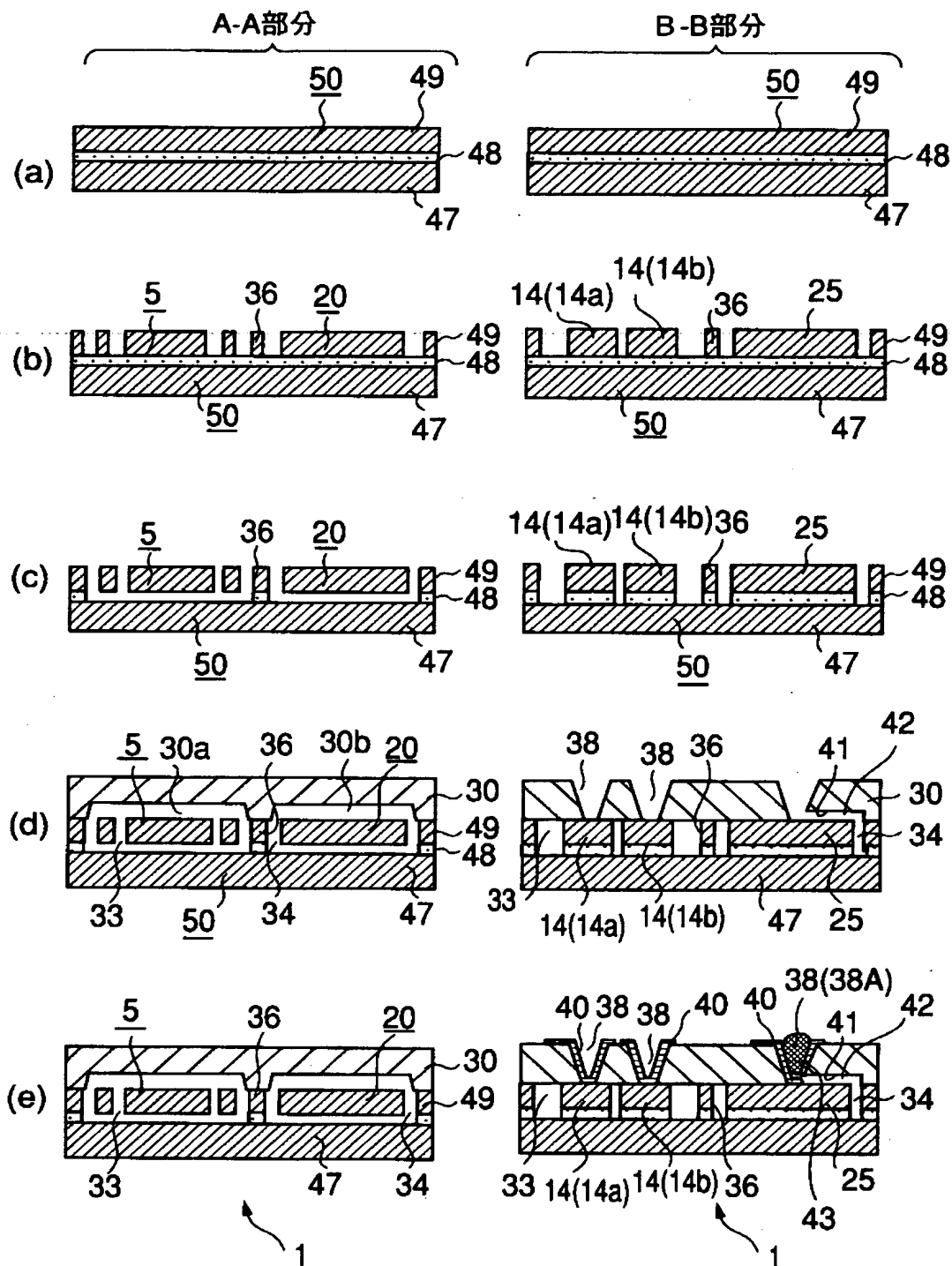
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 角速度センサと加速度センサの両方共に検出感度に優れた複合センサ素子を提供する。

【解決手段】 角速度センサ 2 の平面振動体 5 と、加速度センサ 3 の可動体 2 0 とを同一の基板 4 上に互いに間隔を介して浮いた状態に設ける。平面振動体 5 と可動体 2 0 の上側を間隔を介して覆う蓋部材 3 0 を形成する。基板 4 と蓋部材 3 0 から成る空間部 3 2 を区分壁部 3 6 によって角速度センサ用空間部 3 3 と加速度センサ用空間部 3 4 に区分する。角速度センサ用空間部 3 3 は真空状態で気密封止された状態と成し、加速度センサ用空間部 3 4 は大気圧で気密封止された状態と成している。平面振動体 5 は高周波数・大きな振幅で振動して角速度検知感度を高め、可動体 2 0 はその平面振動体 5 の振動が伝搬されても空気のダンピングによって高周波数・大きな振幅で振動せず、加速度検知感度を高める。

【選択図】 図 2



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号  
氏 名 株式会社村田製作所